

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:  
Serial No.:  
Date Filed:  
Group Art Unit:  
Examiner:  
Title:

Hubert Limbrunner et al.  
10/756,910  
January 14, 2004  
3747  
McMahon, Marguerite J.  
SUCTION PIPE FOR AN AIR INTAKE  
SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION  
ENGINE

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail No. EV351284976US addressed to: Commissioner of Patents, Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date shown below.

*Heather Moseley*

Heather Moseley

December 17, 2004

Date

Dear Sir:

**TRANSMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Applicants hereby claim priority to German Application No. 10221429.8 filed May 14, 2002. Applicants enclose a certified copy of the German patent application.

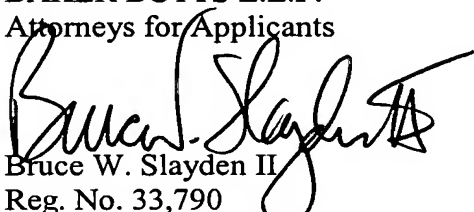
**REMARKS**

The Commissioner is hereby authorized to charge any fees or credit any overpayment to Deposit Account No. 50-2148 of Baker Botts L.L.P.

If there are any matters concerning this Application that may be cleared up in a telephone conversation, please contact Applicants' attorney at 512.322.2606.

Respectfully submitted,

BAKER BOTTS L.L.P.  
Attorneys for Applicants



Bruce W. Slayden II  
Reg. No. 33,790

Date: Dec. 17, 2004

Correspondence Address:

Customer No. **23640**

512.322.2606

512.322.8306 (Fax)



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 21 429.8

**Anmeldetag:** 14. Mai 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE

**Bezeichnung:** Saugrohr für ein Luftansaugsystem einer  
Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 M 35/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juli 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



Stanschus

## Beschreibung

Saugrohr für ein Luftansaugsystem einer Brennkraftmaschine

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Saugrohr für ein Luftansaugsystem einer Brennkraftmaschine.

In Saugrohren für das Luftansaugsystem von Otto- und Diesel-Brennkraftmaschinen strömt Luft oder ein Luft-Kraftstoff-Gemisch mit hoher Geschwindigkeit. Zur Aufbereitung des Luft-Kraftstoff-Gemischs, insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, werden drehbare Klappen nahe dem Zylinderkopf eingesetzt. Entsprechende Klappen werden auch zum Ändern der Länge des Saugrohres verwendet. Der hydrostatische Strömungswiderstand des Saugrohres ist u.a. von der Oberfläche und Form der Rohrwand abhängig, aber auch von dem Strömungswiderstand der Klappe.

Die Strömungsgeschwindigkeit der Strömung im Saugrohr ändert sich während des Ansaugvorganges sehr stark. Hierbei ist Gefahr groß, dass es in bestimmten Bereichen des Saugrohres zu Strömungsablösung und Wirbelbildung kommt. Bei Saugrohren mit glatten Wandflächen ist der Bereich der Strömungsgeschwindigkeit sehr eng, bei dem eine Strömung mit kleinen Wirbeln in eine Strömung mit großen Wirbeln umspringt. Dies führt dazu, dass ein Saugrohr bei einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit plötzlich „zumacht“; dies bedeutet, dass ein großer Wirbel aufgetreten ist. Große Wirbel bedingen nicht nur erhebliche Strömungsverluste und damit eine entsprechende Verringerung des Wirkungsgrades, sondern verursachen auch einen hohen Geräuschpegel.

Ähnliche Zustände sind auch an den Klappen zu beobachten. Die in den Saugrohren drehbar gelagerten Klappen stellen ein Strömungshindernis für die Strömung im Saugrohr dar. Meistens ist im Bereich der Klappen die Strömungsgeschwindigkeit am größten. Bekanntlich bilden sich vor allen Dingen im Bereich

der Hinterkante einer Klappe Wirbel aus, die den wirksamen Strömungsquerschnitt des Saugrohres verengen. Bei glatten Oberflächen der Klappe lässt sich eine definierte Stelle der Strömungsablösung nicht feststellen; so lässt sich beobachten, dass bei bestimmten Strömungsbedingungen eine Strömungsablösung große Wirbel verursacht, die den Strömungsquerschnitt des Saugrohres schlagartig verengen. Bei Klappen mit glatter Oberfläche ist der Bereich der Strömungsgeschwindigkeit sehr eng, bei dem eine Strömung mit kleinen Wirbeln in eine Strömung mit großen Wirbeln umspringt. Dies führt ebenfalls zu den bereits oben erwähnten Nachteilen, d.h. einer Verringerung des Strömungswirkungsgrades und einer störenden Geräuschbildung.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Saugrohr für ein Luftansaugsystem einer Brennkraftmaschine so auszubilden, dass die Gefahr von Strömungsablösung und Wirbelbildung und dadurch verursachter Geräuscherzeugung verringert wird.

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 definierten Merkmale gelöst.

Entsprechend der erfindungsgemäßen Lösung werden Strömungsflächen, an denen die Gefahr von Strömungsablösung und Wirbelbildung besteht, an vorgegebenen Stellen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten in Form von Erhöhungen und/oder Vertiefungen versehen, um hierdurch Strömungsablösung und Wirbelbildung zu vermeiden.

Diese Oberflächenunregelmäßigkeiten unterbinden oder zumindest behindern die Ausbildung vor allem großer Wirbel. Hierdurch kann dem Saugrohr ein minimaler Strömungsquerschnitt verliehen werden, ohne dass es bei hohem Strömungsdurchsatz und entsprechend großen Strömungsgeschwindigkeiten zu einem Verschließen des Strömungsquerschnitts kommt. Die Erfindung erlaubt somit eine erhebliche Verbesserung des Strömungswir-

kungsgrades wie auch eine Vermeidung des durch große Wirbel bedingten hohen Geräuschpegels.

Die Stellen, an denen die Oberflächenunregelmäßigkeiten vorgesehen werden, werden durch Berechnungen und/oder Versuche ermittelt. Kritische Stellen, an denen die Gefahr von Strömungsablösung und Wirbelbildung besonders groß ist, sind beispielsweise Wandflächen des Saugrohres im Bereich von Krümmungen oder Absätzen (Stufen), wie sie beispielsweise durch einen Versatz von Formhälften einer Gießform beim Herstellen des Saugrohres entstehen können. Im Fall von Klappen sind kritische Stellen insbesondere der Bereich der Hinterkante der Klappe.

Die Oberflächenunregelmäßigkeiten können beispielsweise als Vertiefungen nach Art eines Golfballprofils, als Erhöhungen in Form von Noppen oder auch in Form von Haifischschuppen ausgebildet werden. Hierbei können die Erhöhungen und Vertiefungen an den betreffenden Stellen gleichmäßig verteilt sein. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Erhöhungen und/oder Vertiefungen ungleichmäßige Abstände voneinander und/oder unterschiedliche Formen haben. Hierdurch wird die Gefahr eines plötzlichen Umschlagens der Strömung von einer Strömung mit kleinen Wirbeln in eine Strömung mit großen Wirbeln weiter verringert.

Die erfindungsgemäß vorgesehenen Oberflächenunregelmäßigkeiten in Form von Erhöhungen und Vertiefungen lassen sich in besonders einfacher Weise durch Kunststoffguss beispielsweise durch ein Kernausschmelzverfahren oder ein Halbschalengießverfahren herstellen.

Wie bereits erwähnt, kann die Gefahr von Strömungsablösung und Wirbelbildung sowohl an den Wandflächen des Saugrohres wie auch an den Oberflächen der im Saugrohr angeordneten Klappen auftreten. Erfindungsgemäß können daher entsprechend ausgebildete Oberflächenunregelmäßigkeiten sowohl an kriti-

schen Stellen der Wandflächen des Saugrohres wie auch der Oberflächen einer Klappe vorgesehen werden.

Weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus der folgenden  
5 Beispielsbeschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen hervor, in denen

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Saugrohres mit einer Klappe ist;

10

Figur 2 eine perspektivische Ansicht der Klappe in Figur 1 ist;

15

Figuren 3, 4 eine Schnittansicht bzw. eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform von Oberflächenunregelmäßigkeiten ist;

20

Figuren 5, 6 eine Schnittansicht bzw. eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform von Oberflächenunregelmäßigkeiten ist;

25

Figuren 7, 8 eine Schnittansicht bzw. Draufsicht auf eine dritte Ausführungsform von Oberflächenunregelmäßigkeiten ist.

30

Figur 1 ist ein schematischer Längsschnitt durch ein Saugrohr 1 eines im übrigen nicht dargestellten Luftansaugsystems einer Brennkraftmaschine. Wie gezeigt, hat das Saugrohr 1 einen stark gekrümmten Verlauf. Die Strömungsrichtung S ist durch einen Pfeil angedeutet. In Nähe des Zylinderkopfes (nicht gezeigt), d.h. am stromabwärtigen Ende des Saugrohres 1, befindet sich eine Klappe 2, die um eine quer zum Saugrohr 1 verlaufende Achse drehbar gelagert ist. Da der grundsätzliche Aufbau derartiger Saugrohre und Klappen bekannt ist, wird er nicht weiter beschrieben.

35

Wie eingangs erläutert, ist an bestimmten Strömungsflächen 3, 4 an der Wand der Saugrohres 1 bzw. an der Oberfläche der

Klappe 2 die Gefahr besonders groß, dass es zu Strömungsablösung und Wirbelbildung kommt. Vor allen Dingen besteht in diesen Bereichen die Gefahr, dass die Strömung bei bestimmten Strömungsdurchsätzen und -geschwindigkeiten von einer Strömung mit kleinen Wirbeln in eine Strömung mit großen Wirbeln umschlägt.

Um dies zu vermeiden, sind die Strömungsflächen 3 bzw. 4 an bestimmten Stellen 5 bzw. 6 werden durch Berechnungen und/oder durch Versuche ermittelt. Im Fall des Saugrohres 1 selbst liegen die entsprechenden Stellen 5 normalerweise in Bereichen einer starken Krümmung des Saugrohres 1 bzw. an Stellen des Saugrohres, an denen die Wandfläche einen Absatz hat, wie er beispielsweise durch Herstellungsungenauigkeiten bedingt sein kann. Im Fall der Klappe 2 können sich die Stellen 6 im wesentlichen über die gesamte Oberfläche der Klappe erstrecken, wobei jedoch der kritische Bereich insbesondere der Bereich der Hinterkante der Klappe 2 ist.

Beispiele für eine mögliche Ausgestaltung der Oberflächenunregelmäßigkeiten sind in den Figuren 3 bis 8 dargestellt. So bestehen in den Figuren 3, 4 die Oberflächenunregelmäßigkeiten aus Vertiefungen 7, die nach Art eines Golfballprofils ausgebildet sind. In den Figuren 5, 6 werden die Oberflächenunregelmäßigkeiten von „Haifischschuppen“ 9 gebildet. In den Figuren 7, 8 bestehen die Oberflächenunregelmäßigkeiten aus Erhöhungen 8, die die Form von Noppen haben.

Diese Oberflächenunregelmäßigkeiten erzeugen kleine Wirbel, die die Strömung gewissermaßen stabil machen, so dass die Gefahr der Bildung großer Wirbel vermieden oder zumindest verringert wird. Wie in den Figuren 7, 8 angedeutet, kann es hierbei zweckmäßig sein, die Erhöhungen 8 (bzw. die Vertiefungen 7) ungleichmäßig zu verteilen. Das bedeutet, dass sie ungleichmäßige Abstände voneinander und/oder unregelmäßige Formen haben.



Den Stellen 5 bzw. 6, an denen die Oberflächenunregelmäßigkeiten vorgesehen werden, kann eine Einrichtung zum Absaugen der Strömungsgrenzschicht (nicht gezeigt) zugeordnet werden, um dadurch die Gefahr von Strömungsablösung und Wirbelbildung weiter zu verringern.

Zweckmäßigerweise werden das Saugrohr 1 wie auch die Klappe 2 aus Kunststoff durch Gießen hergestellt. Da Kunststoffteile grundsätzlich sehr glatte Oberflächen haben, ist es in diesem Fall besonders zweckmäßig, entsprechende Oberflächenunregelmäßigkeiten vorzusehen. Kunststoffgießverfahren bieten hierbei eine besonders einfache Möglichkeit, um an den Stellen 5 bzw. 6 des Saugrohres 1 bzw. der Klappe 2 Oberflächenunregelmäßigkeiten gemäß den Figuren 3 bis 8 während des Herstellungsprozesses einzubringen. In Frage kommen hierbei z.B. ein Kernausschmelzverfahren oder ein Halbschalengießverfahren. Mit diesen Verfahren lassen sich auch die Haifischschuppen 9 gemäß den Figuren 5 und 6 herstellen, wobei die Haifischschuppen durch eine Trennung der Gießform bedingte Trennlinien kaschieren können.

Es versteht sich, dass jedoch auch andere Herstellungsverfahren zum Einsatz kommen können. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die Figuren 3 bis 8 nur einige Beispiele von möglichen Oberflächenunregelmäßigkeiten zeigen, da zahlreiche andere Ausführungsformen möglich sind.

## Patentansprüche

1. Saugrohr für ein Luftansaugsystem einer Brennkraftmaschine mit mindestens einer Strömungsfläche (3, 4), an der die Gefahr von Strömungsablösung und Wirbelbildung besteht, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Strömungsfläche (3, 4) an vorgegebenen Stellen (5, 6) mit Oberflächenunregelmäßigkeiten in Form von Erhöhungen (8) und/oder Vertiefungen (7) zur Vermeidung von Strömungsablösung und Wirbelbildung versehen ist.
2. Saugrohr nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Vertiefungen (7) nach Art eines Golfballprofils ausgebildet sind.
3. Saugrohr nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Erhöhungen (8) als Noppen ausgebildet sind.
4. Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Oberflächenunregelmäßigkeiten die Form von Haifischschuppen (9) haben.
5. Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Erhöhungen (8) und/oder Vertiefungen (7) ungleichmäßige Abstände voneinander und/oder unterschiedliche Formen haben.
6. Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Strömungsfläche (3, 4) zusammen mit den Oberflächenunregelmäßigkeiten aus Kunststoff besteht.
7. Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass an oder benachbart zu den Stellen (5, 6), an denen die Oberflächenunregelmäßigkeiten vorgesehen sind, eine Absaugung der Strömungsgrenzschicht vorgesehen ist.

5

8. Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Strömungsfläche (3) eine Wandfläche des Saugrohres (1) ist.

10 9. Saugrohr nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Stellen (5), an denen die Oberflächenunregelmäßigkeiten vorgesehen sind, an oder benachbart zu einer Krümmung oder einem Absatz der Wand des Saugrohres (1) liegen.

15

10. Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Strömungsfläche (4) eine Oberfläche einer Klappe (2) ist, die im Saugrohr (1) drehbar angeordnet ist.

20

11. Verfahren zum Herstellen einer Strömungsfläche für ein Saugrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Strömungsfläche (2, 3) zusammen mit den Oberflächenunregelmäßigkeiten durch Kunststoffguss hergestellt wird.

25

12. Verfahren nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Erhöhungen (8) und/oder Vertiefungen (7) durch ein Ker-nausschmelzverfahren hergestellt werden.

30

13. Verfahren nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Vertiefungen (7) und/oder Erhöhungen (8) durch ein Halbschalen-gießverfahren hergestellt werden.

35

## Zusammenfassung

Saugrohr für ein Luftansaugsystem einer Brennkraftmaschine

- 5 An den Wandflächen eines Saugrohres bzw. an den Oberflächen einer im Saugrohr angeordneten Klappe werden an vorgegebenen Stellen Oberflächenunregelmäßigkeiten in Form von Erhöhungen (8) oder Vertiefungen (7) angebracht, um in diesen Bereichen eine Strömungsablösung und Wirbelbildung zu vermeiden.

10

Figur 1

FIG 1

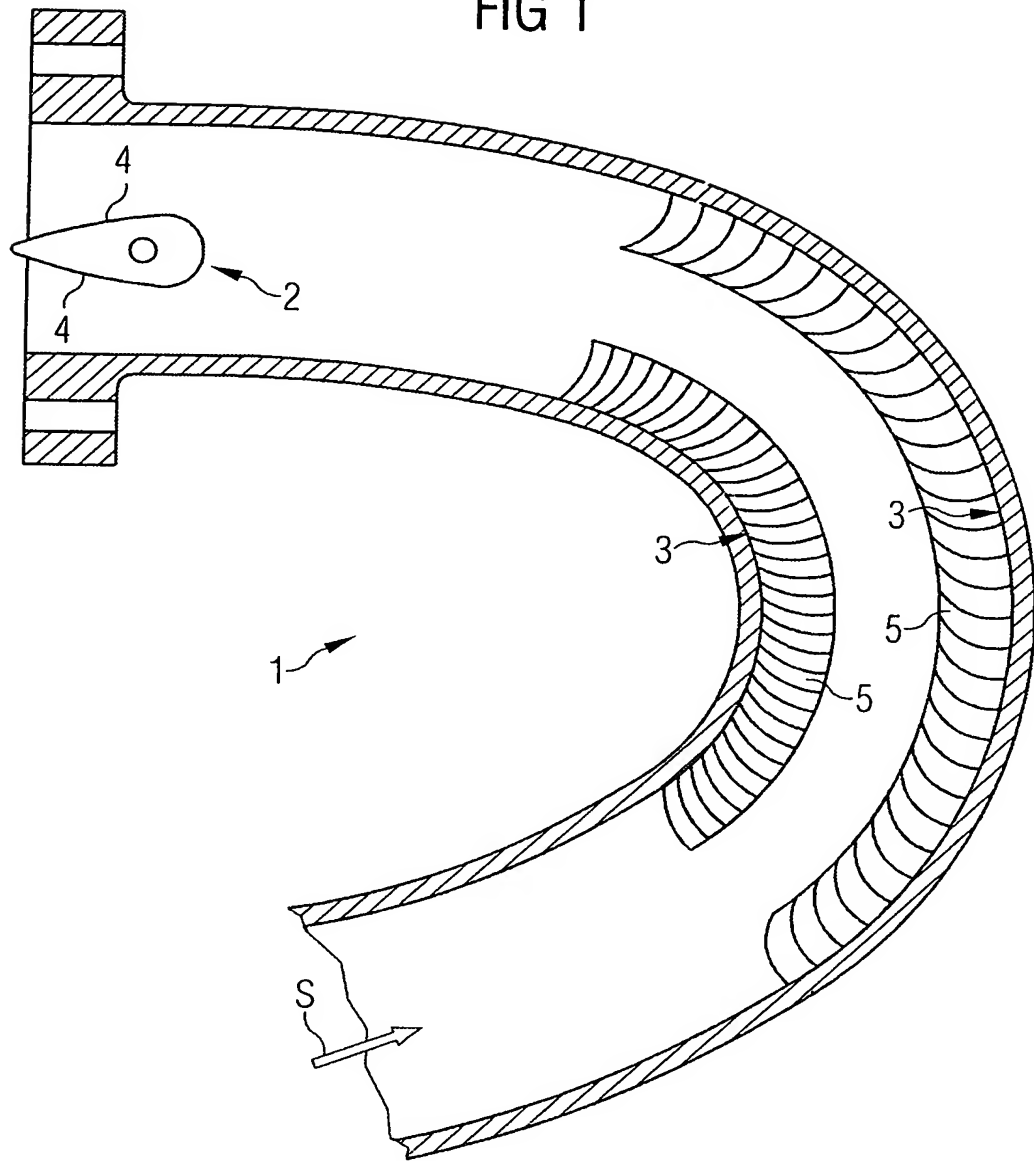


FIG 1

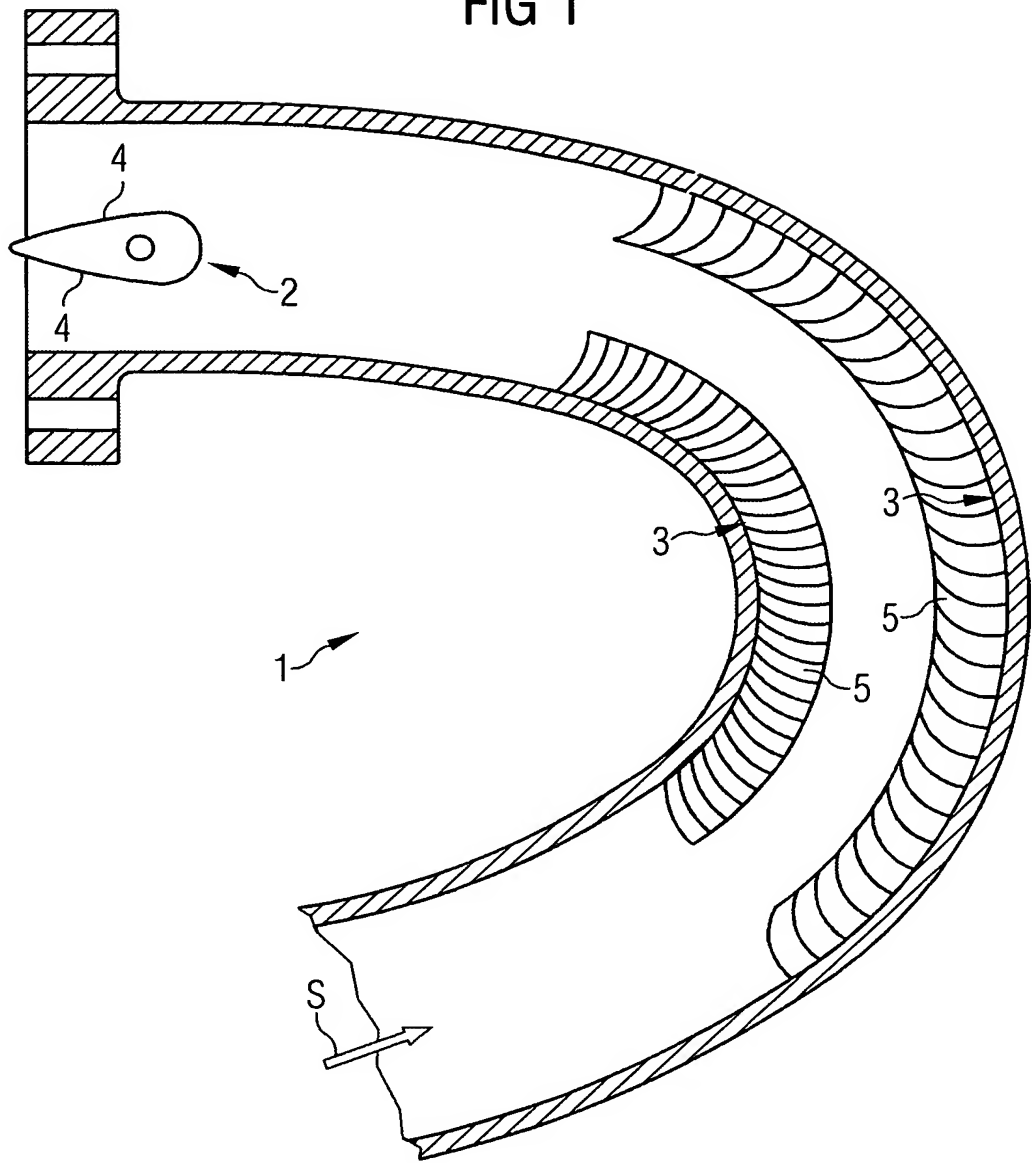


FIG 2

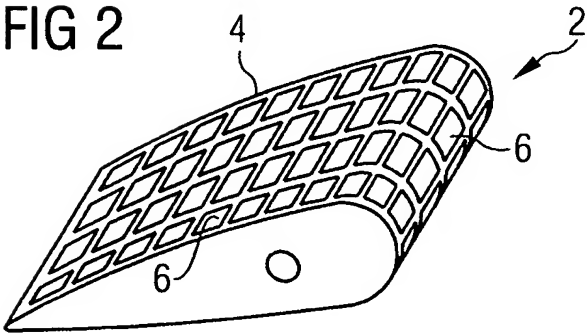


FIG 3

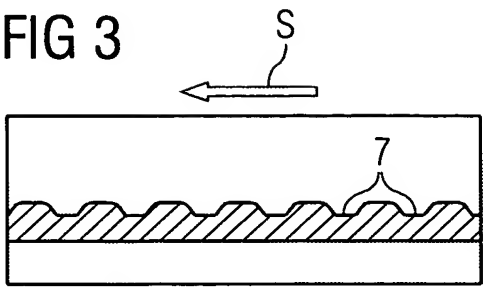


FIG 4

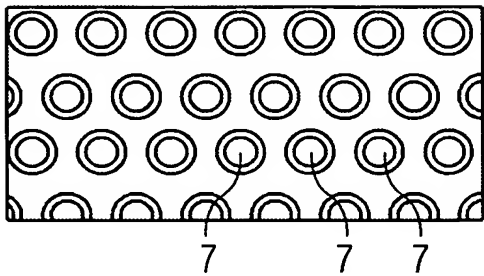


FIG 5

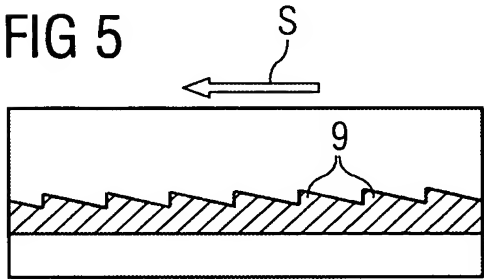


FIG 6

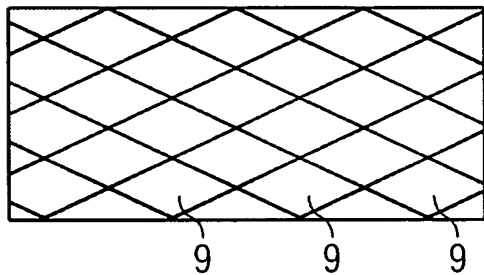


FIG 7

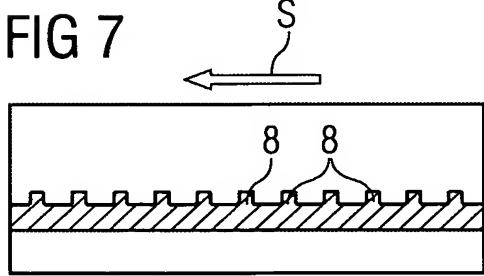


FIG 8

